

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-137716

(43)Date of publication of application : 27.05.1997

(51)Int.Cl. F01N 3/20  
F01N 3/20  
F01N 3/02  
F01N 3/02  
F01N 3/08  
F01N 3/10  
F01N 3/24  
F01N 3/24  
F02D 45/00

(21)Application number : 07-296527 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

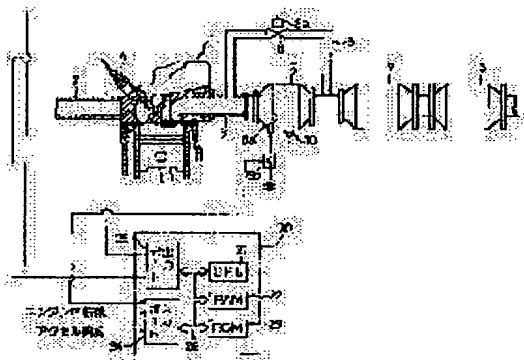
(22)Date of filing : 15.11.1995 (72)Inventor : KONDO TAKUYA  
MURACHI MIKIO  
OGAWARA SEIJI  
KOJIMA KOICHI

## (54) EMISSION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To raise the temperature of a catalyst by heating of an electric heater in a short time without increasing battery load when the emission temperature is low.

**SOLUTION:** An oxidizing catalyst 5 provided with an electric heater 5a is provided on an exhaust passage 3 of a diesel engine 1, and a bypass passage 6 for connecting the upstream part to the downstream part from the oxidizing catalyst of the exhaust passage is provided. A bypass control valve 8 for opening and closing the bypass passage 6 is provided on the bypass passage 6, and a catalyst temperature sensor 10 for detecting the catalyst floor temperature is provided on the oxidizing catalyst 5. An engine control circuit(ECU) 20 calculates the emission temperature from the engine accelerator opening and the engine speed. When both the exhaust gas temperature and the catalyst temperature are not more than the prescribed value, the bypass control valve 8 is opened, the flow rate of the emissions to flow to the oxidizing catalyst is decreased, and the electric heater 5a is electrified. Therefore, the temperature of the oxidizing catalyst can be raised to the activation temperature without taking heat of the heater by



low-temperature exhaust gas.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.06.1999

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3201237

[Date of registration] 22.06.2001

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-137716

(43) 公開日 平成9年(1997)5月27日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 N 3/20	Z A B		F 0 1 N 3/20	Z A B K V
3/02	Z A B		3/02	Z A B
	3 0 1			3 0 1 Z
3/08	Z A B		3/08	Z A B B

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-298527

(22) 出願日 平成7年(1995)11月15日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 近藤 拓也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 村知 幹夫

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 大河原 誠治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

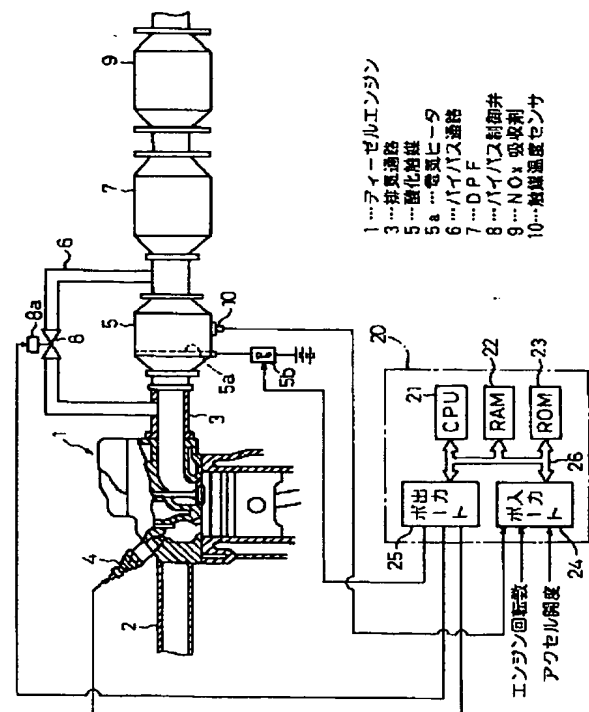
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 排気温度低温時に、バッテリー負荷を増大することなく、触媒を電気ヒータ加熱により短時間で昇温する。

【解決手段】 ディーゼルエンジン1の排気通路3に電気ヒータ5a付の酸化触媒5を設け、排気通路の酸化触媒上流側部分と下流側部分とを接続するバイパス通路6を設ける。また、バイパス通路には、バイパス通路を開閉するバイパス制御弁8を、酸化触媒には触媒床温度を検出する触媒温度センサ10を設ける。エンジン制御回路(E C U) 20は、エンジンアクセル開度と回転数とから排気温度を算出し、排気温度と触媒温度との両方が所定値以下になっている場合には、バイパス制御弁8を開弁し酸化触媒に流入する排気流量を低減するとともに電気ヒータ5aに通電する。これにより、ヒータの熱が低温の排気に奪われることなく酸化触媒が速やかに活性化温度まで昇温される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気通路に配置された触媒と、該触媒を加熱する電気ヒータと、前記触媒上流側の排気通路に炭化水素成分を供給するHC供給装置と、前記触媒をバイパスして触媒上流側の排気通路と下流側の排気通路とを接続するバイパス通路と、前記バイパス通路を通る排気流量を制御するバイパス制御弁と、前記触媒の温度と機関排気温度とをそれぞれ検出する温度検出手段と、前記触媒温度と機関排気温度との両方が予め定めた所定温度以下のときに、前記バイパス制御弁を開弁し少なくとも機関排気の一部をバイパス通路に流すとともに前記電気ヒータに電流を供給する制御手段と、を備えた内燃機関の排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】この種の排気浄化装置の例としては、例えば特開平6-108826号公報に記載されたものがある。同公報には、内燃機関の排気通路に $\text{NO}_x$ 吸収剤を配置して排気中の $\text{NO}_x$ を除去する排気浄化装置が開示されている。 $\text{NO}_x$ 吸収剤は、流入する排気の空燃比がリーンのときに排気中の $\text{NO}_x$ を吸収し、流入する排気中の酸素濃度が低下したときに吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ の吸放出作用を行う。同公報の排気浄化装置は、リーン空燃比運転を行う機関の排気中の $\text{NO}_x$ を上記 $\text{NO}_x$ 吸収剤を用いて吸収し、その後 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気の酸素濃度を低下させ、同時に排気中のHC、CO成分を増加させることにより、 $\text{NO}_x$ 吸収剤から吸収した $\text{NO}_x$ を放出させるとともに放出された $\text{NO}_x$ をHC、CO成分で還元するようにしている。

【0003】ところで、上記公報の装置ではHC、CO成分の供給源として燃料油等の液体炭化水素を使用している。この場合、 $\text{NO}_x$ 吸収剤温度が十分に上昇していれば供給された炭化水素は $\text{NO}_x$ 吸収剤上で燃焼し、多量の未燃HC、CO成分を生成するため $\text{NO}_x$ 吸収剤からの $\text{NO}_x$ の放出と還元とが生じる。しかし、機関排気温度が低く、 $\text{NO}_x$ 吸収剤温度が十分に高くない場合に液体炭化水素を供給すると、供給された液体炭化水素は $\text{NO}_x$ 吸収剤上で燃焼せず $\text{NO}_x$ 吸収剤表面に付着する傾向があるため、 $\text{NO}_x$ 吸収剤からの $\text{NO}_x$ の放出、還元ができないばかりか $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収能力まで低下してしまう問題がある。

【0004】上記公報の排気浄化装置では、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の上流側部分に酸化触媒を担持させるとともに、この酸化触媒部分を電気ヒータで加熱するようにして、この

問題の解決を図っている。すなわち、同公報の排気浄化装置では、機関排気温度が低いときには、炭化水素成分の供給開始と同時に上流側の触媒の電気ヒータに通電を行い、ヒータにより触媒を加熱して短時間で触媒温度を活性化温度に到達させるようにして、供給された炭化水素成分が $\text{NO}_x$ 吸収剤上流側に担持した触媒で燃焼するようにしている。触媒で炭化水素成分が燃焼すると、排気中の酸素濃度が低下するとともに、多量の未燃HC、CO成分が発生する。また、燃焼により排気温度が上昇するため $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側部分には酸素濃度が低く、多量の未燃HC、CO成分を含んだ高温の排気が流入するようになり、機関排気温度が低い場合でも $\text{NO}_x$ 吸収剤からの $\text{NO}_x$ 放出と還元とが行われるようになる。また、上記公報の装置では、HC、CO供給源として燃料油等の、分子量の大きいHC成分を多く含む液体炭化水素を使用した場合も触媒での燃焼により燃料油の高分子量成分が分解し、低分子量のHC成分が多く発生するようになるため、 $\text{NO}_x$ 吸収剤での $\text{NO}_x$ の放出と還元とが促進される効果がある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記公報の装置のように排気温度が低いときに触媒に排気を流通させたままで電気ヒータによる加熱を行うと触媒の昇温が遅れる問題がある。すなわち、排気温度が低い場合には電気ヒータにより発生した熱はその一部が排気に奪われるため、触媒の温度上昇は遅くなる。このため、電気ヒータへの通電と同時に炭化水素を触媒に供給すると、触媒が活性化温度に達していないために触媒での炭化水素の燃焼が発生しない。また、液体炭化水素を供給した場合には、液体炭化水素の蒸発により電気ヒータの熱が奪われるため、更に触媒の昇温が遅れることになる。このため、触媒が活性化温度に到達するまでは $\text{NO}_x$ 吸収剤での $\text{NO}_x$ の放出、還元が生じず、供給された炭化水素は $\text{NO}_x$ 吸収剤で消費することなく大気に放出されることになり、排気エミッションが悪化する問題が生じる。

【0006】例えばヒータに供給する電流を大幅に増大してヒータの発生熱量を増加させればこの問題をある程度解決することは可能であるが、ヒータ電流の増大によりバッテリー負荷が増加する問題が生じてしまう。また、ヒータにより触媒が加熱され十分に温度が上昇するまで炭化水素成分の供給を行わないようにすれば、排気エミッションの悪化を防止することは可能だが、この場合も触媒に排気を流したままでヒータ加熱を行ったのでは、触媒の昇温に長時間を要するため、機関始動後に $\text{NO}_x$ 吸収剤からの $\text{NO}_x$ の放出、還元を開始できるようになるのが遅れる問題が生じる。

【0007】上記は、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に供給するHC、CO成分を電気ヒータ付触媒で発生させる場合の問題について説明したが、他の場合にも同様な問題が生じる。例えばディーゼルエンジンのパティキュレートフィルタ上

流側に電気ヒータ付触媒を配置し、この電気ヒータ付触媒に燃料を供給して燃焼させることによりパティキュレートフィルタの温度を上昇させて、パティキュレートフィルタに捕集された煤を燃焼させる排気浄化装置の場合にも排気温度が低い場合には同様な問題が生じ得る。

【0008】本発明は、上記問題に鑑み、電気ヒータ付触媒上で炭化水素成分を燃焼させる構成を有する排気浄化装置において、ヒータ電流を増加させることなく短時間で触媒の昇温を行い、炭化水素成分の燃焼を開始させることが可能な内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、内燃機関の排気通路に配置された触媒と、該触媒を加熱する電気ヒータと、前記触媒上流側の排気通路に炭化水素成分を供給するHC供給装置と、前記触媒をバイパスして触媒上流側の排気通路と下流側の排気通路とを接続するバイパス通路と、前記バイパス通路を通る排気流量を制御するバイパス制御弁と、前記触媒の温度と機関排気温度とをそれぞれ検出する温度検出手段と、前記触媒温度と機関排気温度との両方が予め定めた所定温度以下のときに、前記バイパス制御弁を開弁し少なくとも機関排気の一部をバイパス通路に流すとともに前記電気ヒータに電流を供給する制御手段と、を備えた内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0010】本発明の排気浄化装置では、触媒温度と排気温度との両方が所定温度（例えば触媒の活性化温度）以下の場合には制御手段は少なくとも機関排気の一部をバイパス通路に流した状態で電気ヒータへの通電を行う。このため、触媒に流入する排気が遮断、若しくは低減された状態で電気ヒータによる加熱が行われ、低温の排気により触媒から奪われる熱量が低減され触媒が短時間で昇温する。

【0011】

【発明の実施の形態】以下添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明の排気浄化装置の構成を示す図である。図1において、1はディーゼルエンジン（図には1気筒のみの断面を示す）、2はエンジン1の吸気通路、3は排気通路、4はエンジン1の各気筒の燃焼室に燃料を噴射する燃料噴射弁をそれぞれ示している。

【0012】また、本実施形態では、エンジン1の排気通路3には上流側から、酸化触媒5、排気中の煤を捕集するDPF7、排気中の $\text{NO}_x$ を吸収する $\text{NO}_x$ 吸収剤9がそれぞれ配置されている。これらの要素については後に説明する。また、本実施形態では、酸化触媒5をバイパスして酸化触媒5入口側と出口側の排気通路とを接続するバイパス通路6が設けられ、バイパス通路6上にはバイパス通路6を通過する排気流量を制御するバイパス制御弁8が設けられている。バイパス制御弁8は、

ステップモータ、負圧アクチュエータ等の適宜な形式のアクチュエータ8aを備え、後述するエンジン制御回路20からの制御信号に応じた開度を取り、バイパス通路6を通過する排気流量を制御する。

【0013】図1に20で示すのはエンジン制御回路（ECU）である。ECU20は、中央処理装置（CPU）21、ランダムアクセスメモリ（RAM）22、リードオンリメモリ（ROM）23、入力ポート24、出力ポート25を互いに双方向性バス26で接続した公知の構成のデジタルコンピュータからなり、エンジン1の燃料噴射制御などの基本制御を行うほか、本実施形態ではDPF7で捕集した煤の燃焼（以下「DPFの再生操作」という）と $\text{NO}_x$ 吸収剤9からの $\text{NO}_x$ の放出と還元（以下「 $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生操作」という）とを制御している。

【0014】これらの制御のために、ECU20の入力ポート24には、エンジン回転数、アクセル開度等の信号が、それぞれ図示しないセンサから入力されている。他、酸化触媒5の触媒床に設けられた触媒温度センサ10から触媒5温度に応じた信号が入力されている。また、ECU20の出力ポート25は図示しない駆動回路を介して、エンジン1の燃料噴射弁4とバイパス制御弁8のアクチュエータ8aにそれぞれ接続され、エンジンの燃料噴射量、噴射時期、及び排気低温時にバイパス通路6を通る排気流量をそれぞれ制御している。

【0015】酸化触媒5は、例えばコーゼライト製のモノリス担体にアルミナの触媒担持層をコーティングにより形成し、この担持層に白金Pt、パラジウムPd等の触媒成分を担持させたものが使用される。酸化触媒5は、排気空燃比が理論空燃比よりリーンのときに排気中のHC、CO成分を酸化するとともに、排気中に含まれるNO成分を酸化して $\text{NO}_2$ 成分を生成する。なお、本明細書では排気系のある部分より上流側に供給された空気量と燃料量との比を、その部分における排気空燃比と称する。すなわち、排気通路に二次空気や燃料が供給されていない場合には、排気系の各部分における排気空燃比は機関の燃焼空燃比（燃焼室内の燃焼における空気と燃料との比）に等しくなる。

【0016】また、本実施形態では、酸化触媒5の上流側端面には、排気温度が低いエンジン始動直後の状態等で酸化触媒5を加熱して触媒反応を開始させるための電気ヒータ5aが設けられている。電気ヒータ5aのリレー5bにはECU20の出力ポート25からの制御信号が入力されており、ECU20により電気ヒータ5aのON、OFFが制御される。後述するように、このヒータ5aは排気温度が低いときに触媒5を加熱し、活性化温度（例えば250℃程度）に昇温する他、DPF7再生時に排気温度を上昇させるためにも使用される。

【0017】なお、本実施形態では、触媒5とヒータ5aとを別個に形成しているが、例えば担体として金属製

のモノリス担体を使用し、この担体に直接通電して担体そのものをヒータとして機能させるようにしたヒータ付触媒を使用しても良い。DPF 7は、多数の排気通路が互いに平行に形成されたコーゼライト製のハニカムフィルタが使用される。DPF 7内の排気通路は、上流側端部と下流側端部とが閉鎖されたものが交互に配列されており、排気は上流側端部が開放された排気通路内に流入し、排気通路間を隔てる多孔質の壁面から下流側端部が開放された排気通路に流入して下流側に流出する。このため、壁面通過時に排気中の煤等の微粒子が排気壁面に捕集される。また、本実施形態では後述するように捕集した煤がNO<sub>2</sub>により容易に燃焼せしめられるように、DPF 7の壁面には白金Ptを担持させたアルミナ層が形成されている。

【0018】次に、本発明に使用するNO<sub>x</sub>吸収剤9について説明する。NO<sub>x</sub>吸収剤9としては、例えばコーゼライト製のモノリス担体にアルミナ等の担持層を形成し、この担持層上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金Ptのような貴金属とを担持したものを使用する。NO<sub>x</sub>吸収剤9は流入する排気の空燃比がリーンの場合にはNO<sub>x</sub>を吸収し、酸素濃度が低下するとNO<sub>x</sub>を放出するNO<sub>x</sub>の吸放出作用を行う。

【0019】例えば、担持層上に白金Pt、バリウムBaを担持させたものに例をとって説明すると、排気空燃比がリーンのときには、機関排気中のNO<sub>x</sub>（窒素酸化物）の大部分を占めるNOは、白金Pt上に付着したO<sub>2</sub><sup>-</sup>またはO<sup>2-</sup>などにより酸化されて硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>を生成する。次いで、この硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が酸化バリウムBaOと結合しながらBaO内に拡散するため、排気中のNOは硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の形でNO<sub>x</sub>吸収剤9内に吸収される。また、排気空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比になると、流入排気中の酸素濃度が低下して白金Pt上でのNO<sub>2</sub>の生成量が減少する。これにより反応は上記とは逆にNO<sub>3</sub><sup>-</sup>→NO<sub>2</sub>の方向に進み、BaO内の硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>がNO<sub>2</sub>の形で放出される。すなわち、流入排気中の酸素濃度が低下するとNO<sub>x</sub>吸収剤9からNO<sub>x</sub>が放出されることになる。

【0020】一方、流入排気中に還元剤や未燃HC、CO等の成分が存在すると、これらの成分は白金Pt上の酸素O<sub>2</sub><sup>-</sup>またはO<sup>2-</sup>と反応して酸化され、排気中の酸素を消費して排気中の酸素濃度を低下させる。また、排気中の酸素濃度低下によりNO<sub>x</sub>吸収剤9から放出されたNO<sub>2</sub>はHC、COと反応して還元され、N<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O等を生成する。従って、HC、CO成分により白金Ptの表面上でNO<sub>2</sub>が還元されると、吸収剤から次から次へとNO<sub>2</sub>が放出され、排気中のHC、CO

成分と反応するようになる。

【0021】すなわち、NO<sub>x</sub>吸収剤9はリーン空燃比時に流入する排気中のNO<sub>x</sub>を除去し、リッチ空燃比時には吸収したNO<sub>x</sub>を放出するとともに、流入する排気中のHC、CO成分と反応させる作用を行う。つまり、NO<sub>x</sub>吸収剤は排気中のHC、CO成分とNO<sub>x</sub>成分とを同時に浄化することができる。次に、本実施形態の作用について説明する。

【0022】本実施形態では、ディーゼルエンジン1が使用されるため通常運転中の排気空燃比はかなりリーンになっている（例えば空燃比で30程度）。また、エンジン出口での排気には少量のNO<sub>x</sub>（主にNO）と比較的多量の煤が含まれている。この排気は、まず酸化触媒5を通過し、排気中のNOが酸化され、 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ の反応によりNO<sub>2</sub>が生成される。

【0023】次いで、この排気はDPFに流入し、排気中の煤がDPFに捕集される。DPFに捕集された煤は、一部が上記により生成されたNO<sub>2</sub>と反応し、 $\text{NO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{NO} + \text{CO}$

の反応を生じCOとNOとが発生する。しかし、エンジンで発生するNOの量に較べて煤の量が多いこと、及びディーゼルエンジンの通常運転時の排気温度が低く（例えば200℃程度）、実際には上記反応があまり生じないことから、DPF 7上には捕集された煤が徐々に蓄積される。一方、上記反応により生成したNOと、煤と反応せずにDPF 7を通過したNO<sub>2</sub>とを含む排気は、次にNO<sub>x</sub>吸収剤9に流入する。通常運転時では、ディーゼルエンジン1の排気空燃比はリーンであるため、この排気中のNO、NO<sub>2</sub>はNO<sub>x</sub>吸収剤9に吸収され排気から除去される。これにより、通常運転時には排気は煤とNO<sub>x</sub>とをほとんど含まない状態でNO<sub>x</sub>吸収剤9から排出される。

【0024】上述のように、通常運転時エンジン排気中の煤はDPF 7により、NO<sub>x</sub>（NO、NO<sub>2</sub>）はNO<sub>x</sub>吸収剤9により、それぞれ除去されるが、これによりDPF 7には煤が、また、NO<sub>x</sub>吸収剤9にはNO<sub>x</sub>が徐々に蓄積される。DPF 7に蓄積された煤の量が増大するとDPF 7での排気圧損が上昇するため、排気背圧の増大によりエンジン出力の低下等の問題が生じる。また、NO<sub>x</sub>吸収剤9に蓄積されたNO<sub>x</sub>量が増大するとNO<sub>x</sub>吸収剤9のNO<sub>x</sub>吸収能力は低下し、大気に放出されるNO<sub>x</sub>の量が増大する問題が生じる。

【0025】そこで、本実施形態では以下に説明するらうに、定期的に前述のNO<sub>x</sub>吸収剤の再生操作を行いNO<sub>x</sub>吸収剤9から吸収したNO<sub>x</sub>を放出させ、NO<sub>x</sub>吸収能力を回復させるとともに、定期的にDPFの再生操作を行い、DPF 7に捕集された煤を燃焼させて圧損を低減させるようにしている。まず、NO<sub>x</sub>吸収剤9の再生操作について説明する。本実施形態では、ECU 20

により実行される図示しないルーチンにより $\text{NO}_x$ 吸収剤9の再生操作が実行される。 $\text{NO}_x$ 吸収剤9の再生操作の際には、ECU20は酸化触媒5に短時間炭化水素成分を供給し、触媒5上で燃焼させることにより排気中の酸素濃度を低下させるとともに未燃HC、CO成分を生成して $\text{NO}_x$ 吸収剤9に供給する。酸化触媒5を通過した、HC、CO成分を含む酸素濃度の低い排気は、DPF7を通過して $\text{NO}_x$ 吸収剤9に到達する。このため、前述したように $\text{NO}_x$ 吸収剤9からは $\text{NO}_x$ が放出され、排気中のHC、CO成分により還元浄化される。

【0026】本実施形態では、エンジン1の燃焼室に噴射された燃料を炭化水素供給源として使用する。すなわち、ECU20は $\text{NO}_x$ 吸収剤9再生時にエンジン1の燃料噴射弁4から各気筒の1サイクル当たり2回の燃料噴射を行う。通常運転時、ECU20は機関アクセルペダルの踏み込み量（アクセル開度）と機関回転数とから、予め定めた関係に基づいて燃料噴射量を算出し、算出した量の燃料を燃料噴射弁4から各気筒の圧縮行程後期に気筒内に噴射する。通常時には、この燃料噴射により機関空燃比は大幅なりん（例えば空燃比で30程度）に維持されている。しかし、酸化触媒5に炭化水素を供給する場合には、ECU20は上記通常時の圧縮行程後期燃料噴射のみでなく、各気筒の排気行程にも再度燃料噴射弁4から燃料噴射を行う。

【0027】排気行程中に気筒内に噴射された燃料は、その一部は気筒内で燃焼するものの機関の出力増大には寄与しない。また、燃焼しなかった大部分の燃料は気筒内で気化して排気とともに排気通路に排出され、酸化触媒5に供給される。酸化触媒5が活性化温度に到達していれば、この気化燃料の大部分は酸化触媒により燃焼し、多量のHC、CO成分を発生する。また、酸化触媒5で燃焼しなかった残りの燃料も燃焼により高温になった触媒5の通過時に熱分解し、分子量の大きい高沸点炭化水素成分が分子量の小さい低沸点の未燃HC成分に転換される。このため、 $\text{NO}_x$ 吸収剤9には酸素濃度が低く、多量の未燃HC、CO成分を含む排気が流入することになり、短時間で $\text{NO}_x$ 吸収剤9の再生が完了する。

【0028】次に、DPF7の再生操作について説明する。本実施形態では前述したように排気中の $\text{NO}_2$ とDPFに堆積した煤（カーボン）とを反応させて煤を燃焼させる。また、このときに発生するNO成分をDPF7下流側の $\text{NO}_x$ 吸収剤9に吸収させて大気への放出を防止する必要がある。このため、DPF7の再生時には、排気空燃比がリッチとなっていることが必要となる。また、 $\text{NO}_2$ と煤との反応を促進するためには、排気温度は高い方が好ましい。そこで、本実施形態ではECU20は図示しないルーチンにより、排気空燃比がリッチにならない範囲で、 $\text{NO}_x$ 吸収剤9の再生時と同様、通常の圧縮行程後期の噴射に加えて排気行程での燃料噴射を行い、この燃料を酸化触媒5で燃焼させることにより排

気温度を上昇させる。また、排気温度を上昇させるため、DPF7再生時には必要に応じて酸化触媒5の電気ヒータ5aに通電を行う。電気ヒータ5aにより酸化触媒5を通過する排気が加熱され、さらに排気行程中に噴射された燃料が酸化触媒5で燃焼するため、DPF7には通常より高い温度（例えば400℃から500℃程度）の排気が流入することになる。このため、排気中の $\text{NO}_2$ はDPF7に堆積した煤と容易に反応し、煤が燃焼、除去されてDPF7の圧損が低下する。また、DPF7を通過する排気は、全体としてまだリーン空燃比であるため、 $\text{NO}_2$ と煤との反応により発生したNOは、下流側の $\text{NO}_x$ 吸収剤9により吸収され、排気から除去される。

【0029】本実施形態では、DPF7の再生操作は数十分から数時間の間隔で行い、再生時の空燃比は20程度のリーン空燃比に維持される。また、このときDPF7の再生は数分程度で完了する。なお、前述したように $\text{NO}_x$ 吸収剤9の再生操作は数十秒から数分の間隔で実行されるが、本実施形態ではDPF7の再生操作中も $\text{NO}_x$ 吸収剤9の再生操作のタイミングになった場合には、排気行程時の燃料噴射量を更に増大し排気空燃比を13程度まで低下させる。これにより、DPF7再生操作中は、通常の $\text{NO}_x$ 吸収剤9再生操作に加えて、通常より高い排気温度で再生操作が実行されるようになり、 $\text{NO}_x$ 吸収剤9の再生がより完全に行われる。

【0030】ところが、上記の $\text{NO}_x$ 吸収剤9とDPF7の再生操作実行時にはいずれも酸化触媒5で燃料を燃焼させることが必要となるため、再生操作実行時には酸化触媒5が触媒の活性化温度（例えば250℃程度）になっていることが必要とされる。通常運転中、酸化触媒5は通過する排気により加熱され排気温度に応じた温度に昇温されるが、機関冷間始動後のアイドル運転等では排気温度は触媒の活性化温度よりかなり低くなっている。また、一般にディーゼルエンジンの通常運転時の排気温度はガソリンエンジンに較べて低く、低負荷運転時等は上記触媒活性化温度より低くなっている場合がある。このような状態では、酸化触媒5の温度も活性化温度以下になっており、この状態で $\text{NO}_x$ 吸収剤9やDPF7の再生操作を実行するために、排気行程での燃料噴射を実行しても酸化触媒5では燃料が燃焼しないため、前述したように排気エミッションの悪化等の問題が生じる。また、この場合には低温の排気が大量に酸化触媒5を通過することになるため、酸化触媒5を昇温するために電気ヒータ5aに通電をおこなっても、電気ヒータ5aの発生する熱は酸化触媒5を通過する大量の排気に奪われてしまい、酸化触媒5の温度を迅速に上昇させることはできない。

【0031】そこで、本実施形態では、機関排気温度と、酸化触媒5の温度との両方が所定の温度より低い場合には、バイパス制御弁8を開弁して大部分の排気を酸

化触媒 5 をバイパスして流した状態で電気ヒータ 5 a に通電を行うようにしている。バイパス制御弁 8 a 開弁時には、排気の殆どはバイパス通路 6 を通って流れ、酸化触媒 5 には殆ど排気が流入しない。このため、電気ヒータ 5 a の発生した熱を酸化触媒 5 の加熱のみに使用することができ、短時間で酸化触媒 5 を活性化温度まで昇温させることが可能となる。なお、本実施形態では、バイパス通路 6 上にバイパス制御弁 8 を設けているためバイパス制御弁 8 開弁時にも少量の排気が酸化触媒 5 を通過するが、バイパス通路 6 と排気通路 3 との接続部に排気切換弁を設けて、排気温度が低いときには排気の全量をバイパス通路 6 に流すようにして酸化触媒 5 への排気の流入を完全に遮断すれば、さらに触媒 5 の昇温をを早めることが可能となる。

【0032】なお、排気温度が低い場合でも、上記により触媒温度が活性化温度に到達すると排気中の未燃 HC、CO 成分や、排気行程噴射による気化燃料が触媒 5 で燃焼するようになるため触媒 5 の温度が上昇し触媒 5 が高温に維持されるようになる。図 2 は、上記排気温度低温時のバイパス制御弁 8 と電気ヒータ 5 a を用いた触媒加熱制御ルーチンを示すフローチャートである。本ルーチンは、ECU 20 により一定時間毎に実行される。

【0033】図 2 においてルーチンがスタートすると、ステップ 201 では、エンジン 1 のアクセル開度  $A_{cc}$  とエンジン回転数  $NE$  とがそれぞれ対応するセンサから、また酸化触媒 5 温度  $THC$  が触媒温度センサ 10 から読み込まれる。次いで、ステップ 203 では、上記により読み込んだアクセル開度  $A_{cc}$  と機関回転数  $NE$  とからエンジン排気温度  $T_{ex}$  が算出される。本実施形態では、エンジン排気温度は予めアクセル開度と機関回転数の各条件下で実測して求めてあり、アクセル開度  $A_{cc}$  と機関回転数  $NE$  とを用いた数値マップとして ECU 20 の ROM 23 に格納してある。ステップ 203 では、このマップを用いて、ステップ 201 で読み込んだ  $A_{cc}$  と  $NE$  とを用いて排気温度  $T_{ex}$  が算出される。なお、本実施形態では、上述のように、アクセル開度  $A_{cc}$  と機関回転数  $NE$  とを用いて間接的にエンジン排気温度を検出しているが、排気通路 3 の酸化触媒入口部分に排気温度センサを設けて直接排気温度を検出するようにすることも可能である。

【0034】上記により、排気温度  $T_{ex}$  算出後、次いでステップ 205 とステップ 207 では、この排気温度  $T_{ex}$  とステップ 201 で読み込んだ酸化触媒 5 温度  $THC$  が所定値  $T_0$  以下か否かがそれぞれ判定される。ここで、 $T_0$  は酸化触媒の活性化温度またはそれ以上の温度とされ、例えば本実施形態では酸化触媒 5 の活性化温度 (250℃) 程度の温度に設定される。

【0035】ステップ 205 と 207 で、排気温度  $T_{ex}$  と触媒温度  $THC$  との両方が所定温度  $T_0$  以下であった場合、すなわち排気温度が低く、かつ触媒 5 も活性化温

度に到達していない場合には、早期に触媒を活性化温度に到達させる必要がある。そこで、この場合ステップ 209 で、電気ヒータ 5 a のリレー 5 b がオンにされ、電気ヒータ 5 a に通電が行われるとともに、ステップ 211 でバイパス制御弁 8 が開弁される。これにより、触媒 5 への排気流入が制限された状態でヒータ 5 に通電が行われることになるため、触媒 5 が速やかに昇温し活性化温度に到達する。

【0036】一方、ステップ 205 とステップ 207 で排気温度  $T_{ex}$  と触媒温度  $THC$  とのうちいずれか 1 つ以上が所定温度  $T_0$  を越えていた場合には、ステップ 213 とステップ 215 とが実行され、ヒータ 5 a への通電が停止されるとともに、バイパス制御弁 8 が閉弁される。これにより、機関からの排気の全量が触媒 5 を通過するようになる。なお、触媒温度  $THC$  が所定値  $T_0$  以下であっても排気温度が  $T_0$  以上であった場合にはヒータ通電を停止し、排気全量を触媒 5 に流すようにしたのは、排気温度が  $T_0$  を越えて高温になっているため排気の全量を触媒 5 に流すことにより、ヒータ 5 a で加熱しなくとも触媒 5 の温度が速やかに上昇するためである。

【0037】また、前述したように、排気温度  $T_{ex}$  が  $T_0$  以下であった場合でも触媒 5 の温度が  $T_0$  以上になっていれば、触媒 5 に排気を供給することにより触媒 5 で排気中の HC、CO 成分の酸化反応が生じるため、触媒 5 温度は高温に維持されることになる。図 2 のルーチンによれば、排気温度と触媒 5 温度との両方が低い場合には、触媒を通過する排気流量が制限された状態で電気ヒータ 5 a による加熱が行われ、速やかに触媒 5 温度が活性化温度に到達するため、排気温度が低い状態でも供給された炭化水素成分を燃焼させることが可能となる。また、排気温度または触媒 5 温度が高温になった場合には電気ヒータの通電が停止され、同時に排気の全量が触媒 5 を通過するようになる。このため、本実施形態によれば電気ヒータ 5 の通電時間を短縮し、バッテリー負荷を軽減することが可能となる。

【0038】なお、上記実施形態では HC、CO 供給装置としてエンジンの燃料噴射弁を用いてディーゼルエンジンの排気行程に燃料噴射を行っているが、本発明はこれに限定されるものではなく、触媒上流側の排気通路に炭化水素成分 (例えば、軽油、ガソリン等) を供給する HC、CO 供給装置を燃料噴射弁とは別に設けても良い。この場合、例えばポンプ等の加圧炭化水素供給源と、排気通路に炭化水素を噴射する噴射弁とを設け、これらを接続する配管に流量制御弁を設けて ECU からこの流量制御弁を開閉制御することにより触媒への炭化水素成分の供給を制御するようにすれば良い。

【0039】

【発明の効果】本発明によれば、電気ヒータによる触媒加熱時に触媒への排気流入を制限するようにしたことにより、バッテリー負荷を増大することなく短時間で触媒を

活性化温度に到達させることが可能となり、排気温度が低い状態でも供給された炭化水素成分を早期に燃焼させることが可能となる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の排気浄化装置の一実施形態の概略構成を説明する図である。

【図 2】 本発明の排気浄化方法における、触媒の昇温操作を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

1…ディーゼルエンジン

2…吸気通路

3…排気通路

4…燃料噴射弁

5…酸化触媒

6…バイパス通路

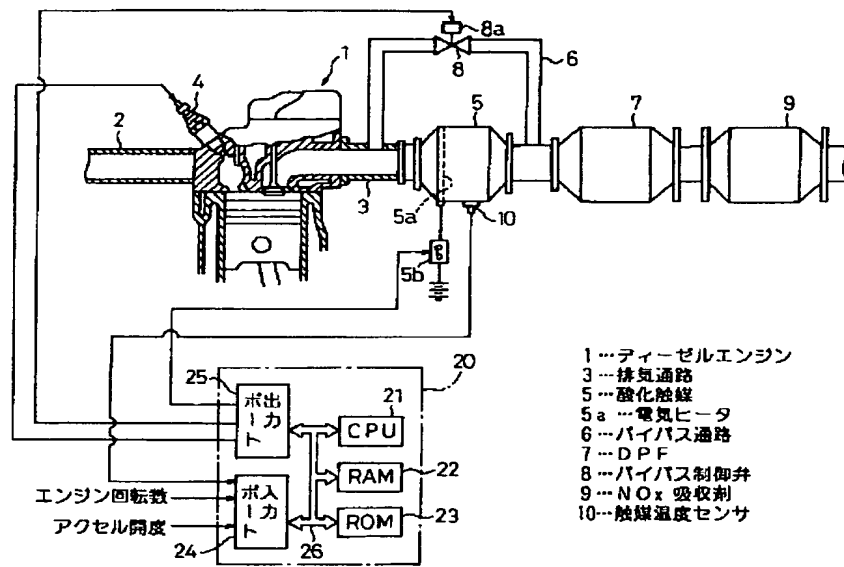
8…バイパス制御弁

7…DPF

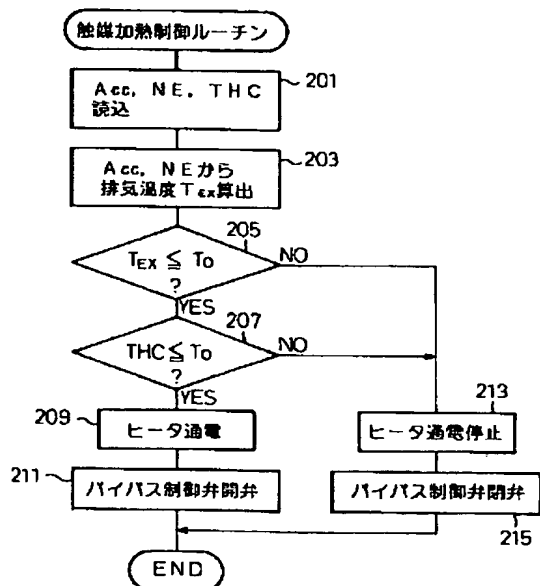
9…NO<sub>x</sub> 吸収剤

20…エンジン制御回路 (ECU)

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 N 3/10	Z A B		F 0 1 N 3/10	Z A B A
3/24			3/24	E
	Z A B			Z A B L
F 0 2 D 45/00	3 1 0		F 0 2 D 45/00	3 1 0 R

(72)発明者 小島 康一  
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動  
車株式会社内